

скоростями ветра. Тихоходные ВЭУ начинают работать при скорости ветра 3–5 м/с, достигая значительного эффекта при 6–10 м/с, но при этом качество вырабатываемой электроэнергии низкое из-за неустойчивости по частоте и амплитуде напряжения.

Ветроустановки представляют собой интерес для энергоснабжения отдельно стоящих автономных объектов агропромышленного сектора, пограничных и неосвоенных территорий. Север Российской Федерации по своим ветровым параметрам идеально подходит для внедрения ветроустановки практически любой мощности в «северном» исполнении. В центральной полосе России, где более характерны слабые и умеренные ветра, внедрение крупных горизонтально-осевых ветроустановок не будет таким эффективным; при этом необходимо учитывать зависимость их работы от направления ветра, низкую годовую выработку энергии за счет относительно высокой стартовой скорости ветра и большого момента страгивания.

#### Список литературы

1. Безруких П. П., Безруких П. П. (мл.) Состояние, перспективы использования и проблемы развития возобновляемых источников энергии. // СОК. 2014. № 8.

УДК 620.97

Бибик И. С., Морохов Н. Д., Вальцева А. И.  
Уральский федеральный университет,  
turbina2rista@yandex.ru

### **СОЛНЕЧНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ: НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Энергетика является одним из приоритетных направлений развития любого государства. При этом развитие цивилизации неразрывно связано с увеличением энергопотребления обществом в целом и каждым человеком по отдельности. Существуют определенные закономерности средней продолжительности жизни населения и уровня энергопотребления, которые красноречиво доказывают тесную связь между развитием страны и состоянием ее энергетической отрасли. Сегодня энергетика – это комплекс технологических процессов от разведки ископаемого топлива до его использования в любом производственном, бытовом процессе.

Однако увеличение энергопотребления ведет к истощению запасов полезных ископаемых топлив, таких как: уголь, нефть, газ, ядерное топливо. По мнению журнала «Energy Policy», нефть может закончиться через 10 лет, газ – через 22 года. Но не стоит забывать, что приведенные выше цифры носят вероятностный характер, точное количество мировых запасов невозобновляемых источников энергии неизвестно. Но динамика потребления полезных ископаемых растет с каждым годом. Одним из оптимальных выходов из этой непростой ситуации является освоение нового вида энергии. Одним из возможных новых источников энергии является энергия космоса. Космическая энергетика

– это вид альтернативной энергетики, предусматривающий использование энергии Солнца для выработки электроэнергии с расположением энергетической станции на земной орбите или Луне.

В 1968 г. американский специалист в области космических исследований Питер Е. Глэйзер предложил размещать крупные панели солнечных батарей на геостационарной орбите, а вырабатываемую ими энергию (порядка 5–10 ГВт) передавать на поверхность Земли хорошо сфокусированным пучком СВЧ-излучения, преобразовывать ее затем в энергию постоянного или переменного тока технической частоты и раздавать потребителям. Такая схема позволяет использовать интенсивный поток солнечного излучения, существующий на геостационарной орбите ( $\sim 1,4 \text{ кВт/м}^2$ ), и передавать полученную энергию на поверхность Земли непрерывно, вне зависимости от времени суток и погодных условий. За счет естественного наклона экваториальной плоскости к плоскости эклиптики с углом  $23,5^\circ$  спутник, расположенный на геостационарной орбите, освещен потоком солнечной радиации практически непрерывно, за исключением небольших отрезков времени – вблизи дней весеннего и осеннего равноденствия, когда этот спутник попадает в тень Земли. Эти промежутки времени могут точно предсказываться, а в сумме они не превышают 1 % от общей продолжительности года. Частота электромагнитных колебаний СВЧ-пучка должна соответствовать тем диапазонам, которые выделены для использования в промышленности, научных исследованиях и медицине. Если эта частота выбрана равной 2,45 ГГц, то метеорологические условия, включая густую облачность и интенсивные осадки, практически не влияют на КПД передачи энергии. Передающая антенна солнечной космической электростанции (далее – СКЭС) может представлять собой обратно-переизлучающую активную антенную решетку на основе щелевых волноводов. Ее грубая ориентация осуществляется механическим путем, для точного наведения СВЧ-пучка используется пилот-сигнал, излучаемый из центра приемной ректенны и анализируемый на поверхности передающей антенны сетью соответствующих датчиков.

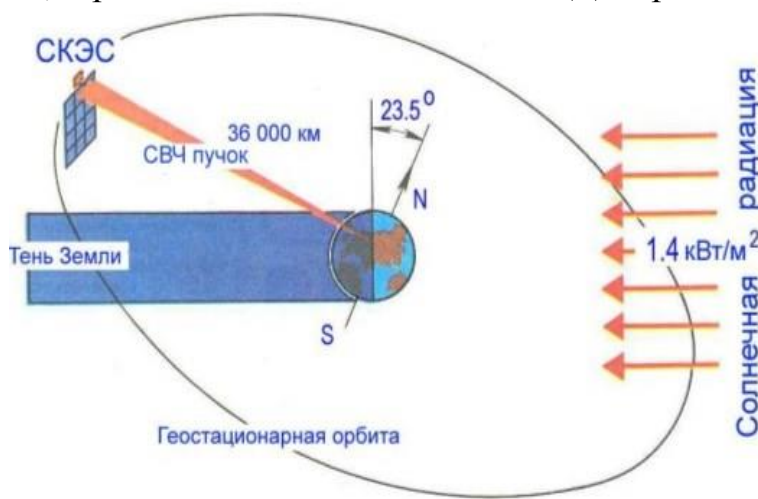


Схема солнечной космической электростанции

Достоинства СКЭС как одной из возможных энергосистем будущего:

- 1) СКЭС использует неистощимую (возобновляемую) энергию Солнца, т. е. того уже созданного природой термоядерного котла, благодаря которому существует все живое на нашей планете;
- 2) не расходуются ограниченные по размерам и ценные для технологических процессов будущего природные ресурсы Земли (уголь, нефть, газ и др.);

3) СКЭС обеспечивает минимальные тепловые потери (КПД ректенны может достигать 85–90 %), что довольно существенно: проблема теплового загрязнения является одной из наиболее крупных глобальных проблем, возникающих перед человечеством;

4) нет проблем, связанных с выбросами  $\text{CO}_2$ . Отсутствуют какие-либо иные выбросы, загрязняющие атмосферу;

5) нет проблем, связанных с захоронением радиоактивных отходов и отработавших ресурсов радиоактивного оборудования;

6) микроволновый пучок СКЭС может легко перебрасываться с одной приемной системы на другую, обеспечивая тем самым возможность оперативного переключения территориально удаленных потребителей.

В 1978–1979 гг. в США под руководством Министерства энергетики (DOE) и НАСА (NASA) осуществлена первая государственная научно-исследовательская программа, направленная на определение перспектив СКЭС. В 1995–1997 гг. НАСА вновь возвращается к обсуждению перспектив СКЭС, опираясь на прогресс технологий, достигнутый к тому времени.

Вероятно, наиболее активно и планомерно исследования в области СКЭС проводила Япония. В 1981 году под руководством проф. М. Нагато и проф. С. Сасаки в Институте космических исследований Японии были начаты исследования по разработке прототипа СКЭС с уровнем мощности 10 МВт. В 2004 году в университете г. Киото проф. Х. Матсумото организовал Научно-исследовательский институт возобновляемой среды обитания человека (Research Institute for Sustainable Humanosphere). Одним из крупных направлений работ этого института являются исследования по тематике СКЭС. Франция, Канада, Россия, Германия и ряд других стран в той или иной мере также проводили исследования в области СКЭС. Уже накоплен определенный позитивный опыт международного сотрудничества в области управляемого термоядерного синтеза (ITER), создания и использования международной космической станции (ISS), разработки и создания пускового ракетного комплекса «морской старт» (Sea Launch) и др. Международное сотрудничество подобного типа могло бы оказаться весьма перспективным для разработки и создания экспериментального прототипа СКЭС с уровнем мощности 5–10 МВт. Эти работы, вероятно, займут 10–20 лет и могут быть основаны на использовании существующих или частично модернизированных ракетно-транспортных систем.

Полномасштабные коммерческие СКЭС (5–10 ГВт) по прогнозам ученых будут созданы, скорее всего, не ранее чем через 30–50 лет и потребуют транспортных средств нового поколения с существенно сниженной удельной стоимостью доставки грузов на орбиту. Такие транспортные средства неизбежно появятся в связи с назревающими общими тенденциями промышленного освоения космического пространства. Целенаправленные работы по линии СКЭС могут заметно ускорить этот процесс.

СКЭС – одна из наиболее перспективных, экологически чистых энергосистем будущего, которая не только базируется на широкомасштабном использовании самых современных технологий, но и будет эффективно стимулировать их развитие в дальнейшем.

#### Список литературы

1. Капица П. Л. Электроника больших мощностей. М. : Изд-во АН СССР, 1962.
2. Грилихес В. А. Солнечные космические энергостанции. Л. : Наука, 1986.
3. Нариманов Е. А. Космические солнечные электростанции. М. : Знание, 1991.
4. Будзинский Ю., Быковский С., Ванке В. Нетрадиционная вакуумная СВЧ-электроника на основе поперечных волн электронного потока // Электроника : НТБ. 2005. № 4.
5. Ванке В. А. Поперечные волны электронного потока в микроволновой электронике // Успехи физических наук. 2005. Т. 175. № 9.
6. Ванке В. СВЧ-электроника – перспективы в космической энергетике // Электроника : НТБ. 2007. № 5.

УДК 620.98

Бодрова Е. С., Нараева Р. Р.  
Южно-Уральский государственный университет,  
Lennok13@mail.ru, nar.ru@mail.ru

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА**

Проблемы, связанные с нехваткой энерго мощностей региона (собственные энерго мощности составляют 64 %) и загрязнением окружающей среды всевозможными отходами, много лет стоят перед Челябинской областью.

Создание экологически, экономически и энергетически выгодного объекта на базе одного или нескольких возобновляемых источников энергии (ВИЭ) поможет решить эти проблемы.

Система двух объектов «Полигон твердых бытовых отходов – Мусороперерабатывающий комплекс» в ближайшем будущем расположится на территории Красноармейского района Челябинской области. Данная система двух объектов нуждается в электрической и тепловой энергии. Первым объектом является новый полигон твердых бытовых отходов (ТБО) с общим количеством поступающих на полигон отходов около 800 тыс. т в год. Вторым объектом является мусороперерабатывающий комплекс (МПК), расположенный на территории полигона ТБО в соответствии с концепцией развития города Челябинска и перерабатывающий около 150000 т отходов в год.

В настоящее время в Красноармейском районе, как и по всей Челябинской области, нет достаточных свободных мощностей для электроснабжения выбранной системы объектов, поэтому данная работа будет направлена на обеспечение надежного энергоснабжения системы объектов на базе возобновляемых источников энергии.

Требуемая площадь полигона, по нашим расчетам, составит 45 га, то есть 450000 м<sup>2</sup>. Площадь участка складирования ТБО разбивается на очереди эксплуатации с определенными габаритами. Каждая из этих очередей эксплуати-